

**MANEJOS AGRONOMICOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL PALMA DE
ACEITE *Elaeis guineensis* Jacq. CON CACAO *Theobroma cacao* L. EN
SAN CARLOS DE GUARO, META.**

LUIS MIGUEL ROMO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO**

2016

**MANEJOS AGRONOMICOS EN EL SISTEMA AGROFORESTAL PALMA DE
ACEITE *Elaeis guineensis* Jacq. CON CACAO *Theobroma cacao* L. EN
SAN CARLOS DE GUARO, META.**

LUIS MIGUEL ROMO

**Proyecto de pasantía empresarial, presentado como requisito parcial para
optar el título de**

INGENIERO AGROFORESTAL

Director de pasantía:

HUGO FERNEY LEONEL PhD

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

SAN JUAN DE PASTO

2016

INTRODUCCION

Para los países tropicales, la palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Representa una alternativa de excelente perspectivas para el futuro. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos y con materiales genéticos más recientes la diferencia en rendimiento es cada vez mayor (IICA, 2006). El cacao se constituye como un cultivo de gran importancia en el oeste de África, América Latina y el sudeste asiático, el cacao es un cultivo comercial, que proporciona ingresos a más de 4.5 millones de familias en todo el mundo. Se involucra a estas familias en un mercado mundial, impulsado por la fuerte y consistente demanda (FAO, 2016)

En Colombia el cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. Se enmarca en un sistema agroforestal, se cultiva conjuntamente con otras especies vegetales, principalmente café *Coffea arabica* L. plátano *Musa paradisiaca* L. frutales y maderables, los cuales al mismo tiempo que le producen sombra al cacao, le permiten al agricultor tener otras alternativas de ingresos, además se puede asociar con cultivos industriales si se tiene en cuenta los objetivos del cultivo y las especies a plantar (Martínez *et al.*, 2005). La palma de aceite es un cultivo industrial (FEDEPALMA, 2013). En Colombia no existen soportes científicos de que se haya asociado con cacao (Rojas *et al.*, 2013).

PALMERAS LA CAROLINA incursionó en la investigación del sistema agroforestal palma de aceite en asocio con cacao, mediante el establecimiento de cacao desde el año cero con palma de 8 años adicionando manejos de poda sobre la palma para disminuir el estrés en el cacao por el exceso de sombra. Al asociar palma con cacao no se ha estimado que tipo de labores sea necesario realizar en este sistema y como se las ejecute, por lo tanto se espera ajustar un modelo de manejo agronómico que permita producir en un mismo espacio estas dos especies.

JUSTIFICACION

En febrero del 2011 el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial con la federación nacional de palmeros publicaron la guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia donde la palma se sigue contemplando como monocultivo sin estimar la posibilidad de producir palma y cacao en un mismo espacio (MAVDT, 2011).

En Colombia no hay documentación técnica que demuestre que se han hecho experimentos de asociar palma con cacao, principalmente porque FEDECACAO en sus programas de capacitación a los agricultores y documentos técnicos publicados no contempla este sistema al igual que FEDEPALMA, además el palmicultor no quiere arriesgarse a invertir en un sistema de manejo de cultivos desconocido.

Palmeras La Carolina S.A. Impulsa la iniciativa de investigar el asocio de estas dos especies para conocer cómo se comportan estos dos cultivos sembrados en un mismo espacio, teniendo en cuenta manejos y labores culturales en la palma, adicionales al manejo comercial que realiza el palmicultor tradicional. La producción de cacao y palma en un mismo espacio puede generar un impacto social y económico positivo en San Carlos de Guaroa porque puede generar futuras fuentes de empleo (labores de vivero y recolección de cacao) a madres cabeza de familia.

La pasantía empresarial desde el perfil agroforestal es importante en Palmeras La Carolina S.A. por la necesidad de manejar la tierra desde una visión agroforestal que busca una combinación particular de especies como una alternativa del uso de la tierra (Mendieta *et al.*, 2007).

MARCO TEORICO

Antecedentes. En el seminario regional realizado en Turrialba Costa Rica acerca de sombras y cultivos asociados con cacao en 1991. Se expusieron trabajos de especies potenciales para usarse como sombras de cacao el seminario contemplo el artículo de (Paredes A. 1978) quien reportó 11 años de resultados de investigación sobre el cultivos asociado de cacao y palma de aceite, cabe resaltar que fue el único investigador que habló del sistema palma de aceite con cacao desde ese tiempo hasta la actualidad no se volvió a tratar el tema, Paredes citó a (Leon *et al.*, 1978) quienes proporcionaron los resultados del experimento de cultivo asociado cacao y palma de aceite.

El tratamiento que sobresalió después de 11 años de investigación fue el de una línea de palma y tres líneas de cacao donde la palma disminuyó en 12% su producción y el cacao produjo un 55% de lo que podría producir en otro sistema de asocio, el análisis costo beneficio indicó que este tratamiento tuvo un ingreso seguro en las fluctuaciones de los precios tanto en la palma de aceite como el cacao (Paredes A. 1978).

En Costa Rica algunas especies del género Inga como: *Inga edulis*, Mart. *Inga spectabilis* (Vahl) Willd. Que son usados como sombra de café *Coffea arabica*, L. y cacao *Theobroma cacao* L. producen frutos con varias semillas rodeadas de arilo que es la parte comestible que se vende en el mercado (Dubosis, 1978)

En la región del pacífico sur de Costa Rica dentro de los cacaotales es frecuente observar diversos frutales que son sembrados de manera dispersa y entremezclada, los frutales más observados son: el Yuplòn *Spondias cytherea* Sonnerat. Mango *Mangifera indica* L. Aguacate *Persea americana* Mill. Coco *Cocos nucifera* L. Pejibaye *Bactris gasipaes* Kunth. Zapote *Pouteria sapota* Jacq. (Dubosis, 1978)

Paredes (1978), a observado en la región atlántica de costa rica que algunos productores de cacao permiten el crecimiento y mantiene dentro de su cacaotal

Guayabos *Psidium guajaba* L. Aguacate *Persea americana* Mill. Cítricos *Citrus* sp, Papaya *Carica papaya* L. Guanábana *Annona muricata* L. Fruta del pan *Artocarpus altilis* (S. Park) Fosb., Yuplòn *Spondreas cytherea* Sonnerat. Guaniquil *Inga edulis* Mart. Guaba de costa *Inga spectabilis* (Vahl) Willd.

En Mexico (Soto *et al.*, 1980) identificaron los siguientes tres tipos de sistemas de cultivo de cacao en base al tipo de sombra:

1. Cacao asociado con restos de selva: Roble *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell. Chaca *Bursera simaruba* (L.) Sarg. Carreto *Aspidosperma megalocarpon* L.
2. Cacao asociado con frutales: Mango *Mangifera indica* L. Aguacate *Persea americana* Mill. Musa sp. Mamey *Calocarpum mammosum* (Linnaeus) Pierre, Coco *Cocos nucifera* L.
3. Cacao con sombra específica: Guamo rabo de mono *Inga edulis*, Mart. Matarraton *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.,

En la región del amazonas (Dubosis 1978) señala otras especies como son: Uvilla *Pourouma cecropiifolia* Mart. Piquia *Caryocar coccineum* Pilger. Algunas palmeras como Coco *Cocos nucifera* L. Licuri *Syagrus coronata* Mart. Becc. Buriti *Mauritia flexuosa* L. f. Acai *Euterpe oleracea* Mart. Especies que además de producir frutos comestibles son productoras de aceite.

Gutierrez *et al.*, (1976), Para sembrar café y cacao en Guatemala reportan el uso de Cuanicuil *Inga edulis* Mart. Guama *Inga mollifoliola*. Pittier. Paterna *Inga paterno* Harms. Y *musáceas* todas producen frutos comestibles.

En Talamanca, Costa Rica se reporta que dependiendo del nivel de fertilidad del suelo se puede usar: Laurel *Cordia alliodora* Ruiz y Pavon. Para suelos con buena fertilidad y Guayacán rosado *Tabebuia rosea* Bertol. Para aquellos con buen nivel de drenaje. (Somarriba *et al.*, 2011).

Gutierrez *et al.*, (1976), Reporta en Colombia el cacao se asocia con Chontaduro *Bactris gasipae* Kunth. Árbol del pan *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg Coco *Cocos nucifera* L. especie del genero *Inga sp.* Castaña de pará *Bertholletia excelsa*; Humb. & Bonpl. Guaranà *Paullinia cupana* Mart. var. *sorbilis* Plátano *Musa paradisiaca* L.

El CATIE ha hecho una labor importante en investigación acerca de cultivos asociados con cacao mediante el estudio de fincas de agricultores del área centroamericana, ha demostrado que los cultivos de plantas perennes desempeñan un papel de primordial importancia, tanto en la economía del agricultor como en la alimentación de su familia (CATIE-GTZ, 1991).

Alvares *et al.*, (2012), Reporta que actualmente en Colombia el cacao se encuentra asociado a especies de *Gliricidia* porque incrementan entradas de nitrógeno al sistema.

FEDECACAO Reporta especies asociadas al cacao catalogadas en 3 grupos:

1. Especies de ciclo corto, se caracterizan por ser de rápido crecimiento por lo general se desarrollan dentro de los 6 primeros meses del proceso de instalación del sistema agroforestal del cacao.

Cuadro 1. Especies de ciclo corto asociadas con cacao

| Nombre común | Nombre científico | familia |
|-------------------|-----------------------------------|---------------|
| Guandùl | <i>Cajanus cajan</i> L. Mill. | Fabaceae |
| Patilla o Zapallo | <i>Citrullus vulgaris</i> Schrad. | Cucurbitaceae |
| Ahuyama | <i>Cucurbita màxima</i> L. | Cucurbitaceae |
| Melòn | <i>Cucumis melo</i> L. | Cucurbitaceae |
| Frijol | <i>Phaseolus vulgaris</i> L. | Fabaceae |
| Maiz | <i>Zea mays</i> L. | Poaceae |
| Habichuela | <i>Lathyrus sativus</i> L. | Fabaceae |
| Tomate | <i>Solanum lycopersicum</i> L. | Solanaceae |
| Yuca | <i>Manihot esculenta</i> Crantz. | Euphorbiaceae |
| Pimentòn | <i>Capsicum annum</i> L. | Solanaceae |

Fuente: FEDECACAO 2013

2. Especies de sombrío temporal son las que protegen y dan sombra al cacao entre los primeros 3 o 4 años en lo posible estas especies deben tener un valor económico para que el agricultor tenga un ingreso durante la etapa improductiva del cacao.

Cuadro 2. Especies de sombrío temporal asociadas con cacao

| Nombre común | Nombre científico | familia |
|--------------|--------------------------------|----------------|
| Platano | <i>Musa paradisiaca</i> L. | Musaceae |
| Higuerilla | <i>Ricinus communis</i> L. | Euphorbiaceae |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> L. | Caricaceae |
| Maracuya | <i>Passiflora edulis</i> Sims. | Passifloraceae |
| Matarraton | <i>Gliricidia sepium</i> Jacq. | Fabaceae |

Fuente: FEDECACAO 2013

3. Especies de sombrío permanente pueden ser maderables o frutales y acompañan al cacao durante toda su vida

Cuadro 3. Especies de sombríos permanentes

| Nombre común | Nombre científico | familia |
|---------------------------|--|---------------|
| Cedro | <i>Cedrela odorata</i> L. | Meliaceae |
| Caoba | <i>Swietenia macrophylla</i> King | Meliaceae |
| Nogal cafetero o Moho | <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. | Boraginaceae |
| Bucare de agua o Cachimbo | <i>Erythrina glauca</i> Willd. | Fabaceae |
| Bucare o Cambulo | <i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) Cook. | Fabaceae |
| Cedro amarillo | <i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms. | Fabaceae |
| Melina | <i>Gmelina arborea</i> Roxb. | Verbenaceae |
| Teca | <i>Tectona grandis</i> L.f. | Verbenaceae |
| Caucho | <i>Hevea brasiliensis</i> . Mull. Arg. | Euphorbiaceae |
| Aguacate | <i>Persea americana</i> Mill. | Lauraceae |
| Borojó | <i>Borojoa patinoi</i> Cuatrec | Rubiaceae |
| Zapote | <i>Pouteria sapota</i> Jacq. | Sapotaceae |
| Coco | <i>Cocos nucifera</i> L. | Areaceae |
| Guayacán rosado | <i>Tabebuia rosea</i> Bertol. | Bignoniaceae |
| Acacia | <i>Acacia mangium</i> Willd. | Fabaceae |
| Cedro macho | <i>Bombacopsis quinata</i> Jacq. | Malvaceae |
| Abarco | <i>Cariniana pyriformis</i> Miers. | Lecythidaceae |

Fuente: FEDECACAO 2013

Labores culturales en palma de aceite

Poda cosecha en palma de aceite. En la práctica comercial, la poda consiste en el corte de algunas hojas bajas, lo cual se hace al momento de la cosecha de los racimos, cortando especialmente la hoja que los sostiene o las hojas adyacentes a éstos. Esto conlleva a que el corte de los racimos sea mucho más fácil y ayude a la localización de los que se encuentran maduros. Al eliminar las hojas bajas también se reduce la pérdida de los frutos sueltos, los cuales son retenidos en las axilas de las hojas, el crecimiento de plantas epífitas y puede limitar, además, la diseminación de algunas enfermedades. En palma de aceite joven permite el acceso a la base del estípote para la realización de las prácticas de cultivos, como el control de malezas y la aplicación de fertilizantes (Ian, 2002).

Poda comercial en palma de aceite. Son las que se realizan durante toda la vida periódica de la palma, dependiendo de su fase de desarrollo se cortan las hojas basales en la medida que pierden funcionalidad y con el objeto de

mantener el número óptimo de hojas para su actividad fotosintética, la poda en palmas jóvenes comienza generalmente a los 3 años dejando como mínimo 36 hojas por palma (FEDEPALMA 2011) para el caso de Palmeras la Carolina se hace poda cada 6 y 8 meses

Labores culturales en cacao

Poda. Poda es arreglar las ramas de un árbol sin causar daño para estimular e incrementar su capacidad productiva dejando la hojarasca regada como materia orgánica (AGROCALIDAD, 2016).

Deschuponado de cacao. Los chupones o brotes basales crecen en la parte inferior del tronco y deben ser eliminados, pues cuando se desarrollan entran en competencia con la planta por nutrientes y agua (AGROCALIDAD, 2016).

Poda de formación. Se realiza entre los 18 y 24 meses después del trasplante, se despuntan las yemas extremas de las ramas principales para estimular el crecimiento de las ramas secundarias y terciarias, en el cacao híbrido se dejan 3 o 4 ramas bien formadas en el molinillo para lograr el equilibrio productivo del árbol (AGROCALIDAD, 2016).

Marco conceptual

Índice de verdor diferencial normalizado. El NDVI mide la relación entre la energía absorbida y emitida entre los objetos terrestres, aplicado a las comunidades de plantas el índice arroja valores de intensidad de verdor (FAO, 2011) y se asocia a estrés en las plantas (Reyes *et al.*, 2011)

Radiación fotosintéticamente activa. Una de las informaciones requeridas a menudo para estudiar el balance energético o el crecimiento de un cultivo particular es la radiación solar. Si bien puede disponerse en general del dato de irradiación global (medida o estimada), no es frecuente contar con valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR, del inglés “photosynthetically active radiation”, abreviatura que será utilizada de aquí en más por ser la más

difundida), la que puede ser definida como la fracción del espectro solar comprendida entre 0,40 y 0,70 μm , los autores rusos la definen por el dominio 0,38-0,71 μm (Guyot, 1992). Citado por (Grossi, 2011).

El PAR puede subdividirse a su vez en las siguientes bandas: de 400 a 510 nm (fuerte absorción de luz por la clorofila, con alto efecto morfogenético), de 510 a 610 nm (débil absorción de luz por la clorofila, sin efectos morfogenéticos) y de 610 nm a 720 nm (fuerte absorción de luz por la clorofila, grandes efectos morfogenéticos y ontogenéticos) (Grossi, 2005).

Área foliar. La determinación de área foliar se realiza con mucha frecuencia en la investigación agrícola, y durante décadas se ha empleado en estudios básicos de fisiología Meyer *et al.*, (1987), Takebe *et al.*, (1989). Enciso *et al.*, (2004), mejoramiento Kolukisaoglu *et al.*, (2010), sanidad James (1974) o nutrición vegetal Pagola *et al.*, (2009), Para medir el área u otros parámetros de crecimiento de hojas se han desarrollado sistemas altamente sensibles, precisos y costosos. Esos equipos se componen básicamente de cámaras de video o scanners acoplados a computadores con software especializado para análisis de imágenes que determinan el área de las hojas (Kolukisaoglu *et al.*, 2010)

Ciclo de descarga en cacao. La formación de una rama de cacao se caracteriza por períodos alternos de crecimiento y reposo denominados ciclo de descarga (Greathouse *et al.*, 1971). Durante la actividad de descarga se produce un número variable de hojas en rápida sucesión, que se expanden muy rápidamente (Baker *et al.*, 1973).

Ventajas y desventajas de la asociación de dos cultivos. Para Soria (1973), es posible obtener excelentes producciones si se diseñan sistemas de producción que permitan utilizar al máximo la energía solar del trópico interceptando la luz a varios estratos, señala que el factor más limitante para este tipo de problemas puede residir en el mantenimiento de niveles de fertilidad en el suelo por lo tanto es deseable diseñar sistemas y métodos que optimicen el recirculamiento y que requieran un mínimo uso de aditivos

químicos y que ayuden a conservar más estables las condiciones químicas y físicas de los suelos.

La asociación o intercalación de 2 o más cultivos tiene a diversificar la producción lo que trae emparejado las siguientes ventajas:

1. Determina un uso más eficiente del terreno, pues permite que 2 o más cultivos crezcan en la misma superficie.
2. Ayuda al combate de malezas al haber mayor cobertura de suelo por los cultivos.
3. Un cultivo puede suministrar sombra a la vez que aporta algún otro producto.
4. Se logra distribuir mejor la mano de obra si los dos cultivos no compiten por ella durante el año.
5. Mejor utilización del capital ya que los costos se pueden distribuir entre los cultivos.
6. Se logra reducir los riesgos de problemas climáticos, ataque de plagas, enfermedades, variaciones de precios, gracias a la diversidad de especies;
7. Los ingresos de diferentes cultivos por unidad de área son mayores si esta estuviera en un monocultivo.
8. Disminuye la erosión del suelo.
9. Mejora la estructura del suelo.

Algunas desventajas de cultivos asociados o intercalados son:

1. Puede existir competencia por agua, luz y espacio físico
2. No pueden ser todas las especies las que se pueden combinar pues deben considerarse susceptibilidades a plagas comunes, épocas de demanda de mano de obra por cada cultivo.
3. El uso intensivo del suelo puede reducir su fertilidad sobre todo si son árboles que aportan poca materia orgánica de hojas, ramas, restos de cosecha.

4. Los cultivos asociados requieren de un manejo diferente al del monocultivo, el nivel de conocimiento de este diferente manejo es una limitante
5. Al cosechar pueden causarse daños al otro cultivo.

Por lo tanto un árbol frutal para ser usado como sombra debe reunir ciertas características que son deseables como es:

1. Que no se defolie
2. Sistema radical profundo y que no interfiera con el cacao
3. Que no sea muy competitivo por agua y nutrientes principalmente si el suelo es pobre y hay épocas deficientes en agua
4. Tener una copa que permita la entrada de cierta cantidad de luz para el cacao
5. Que su copa junto con el follaje del cacao capten la luz para así disminuir la incidencia de malezas
6. Resistente al viento
7. Que su cosecha y otras labores no coincidan con las que se hacen en el cacao
8. Que las plagas de las especies combinadas no sean comunes esto es lo que (Nair, 1991) resume como especies compatibles.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar especies promisorias de cacao sembrado bajo sombra de palma de aceite durante el primer año de establecimiento en San Carlos de Guaroa, Meta.

Objetivos específicos

- Generar un manejo adecuado en poda de palma de aceite en el arreglo agroforestal palma-cacao
- Conocer los porcentajes de prendimiento de injerto de cacao bajo sombra de palma
- Medir variables productivas en palma para conocer el impacto al asociarse con cacao.
- Conocer la precocidad productiva de algunos clones de cacao
- Conocer el manejo agronómico y los costos del arreglo agroforestal palma-cacao

METODOLOGIA

El área de investigación se localiza a 18 km del municipio San Carlos De Guaroa Meta en el lote 20 plantaciones Bonanza, ubicada a 361 msnm, con una precipitación promedio anual de 2512.6 mm, el valor anual de lluvias es de 174 días, la temperatura media es 25 °C, 80% (RH), 1600 horas luz/año (EOT 2014) de San Carlos de Guaroa.

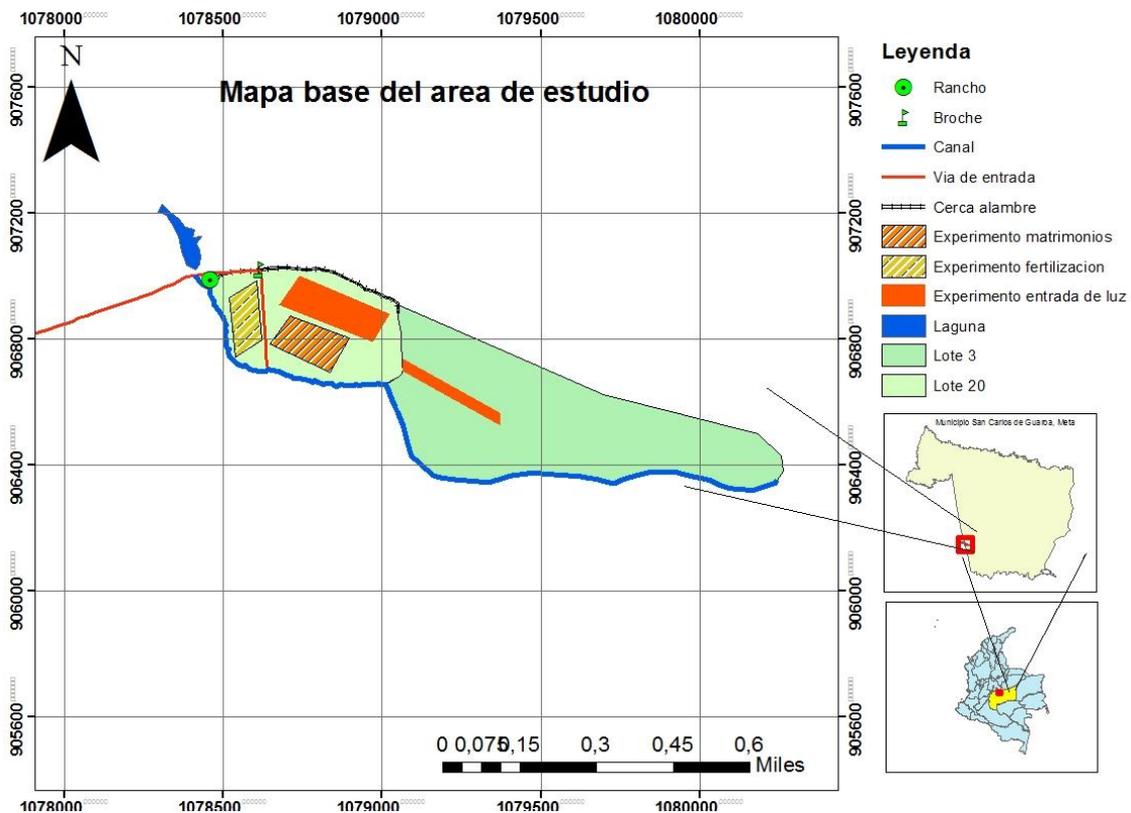


Figura 1. Localización del área de estudio, San Carlos de Guaroa, Meta, Colombia.

El área de cultivo de cacao *Theobroma cacao* L. es de 19.2 hectáreas, se encuentra asociado con palma de aceite palma *Elaeis guineensis* Jacq. De las cuales se tomó 5.3 has para investigar manejos en poda de palma que beneficien al cacao.

Diseño de plantación. El cultivo de cacao *Theobroma cacao* L se asoció con palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Sembrada a 9x9 Metros en triángulo y el cacao *Theobroma cacao* L a 3 x 2 metros se encuentra en las calles formadas por 2 líneas de palma *Elaeis guineensis* Jacq.

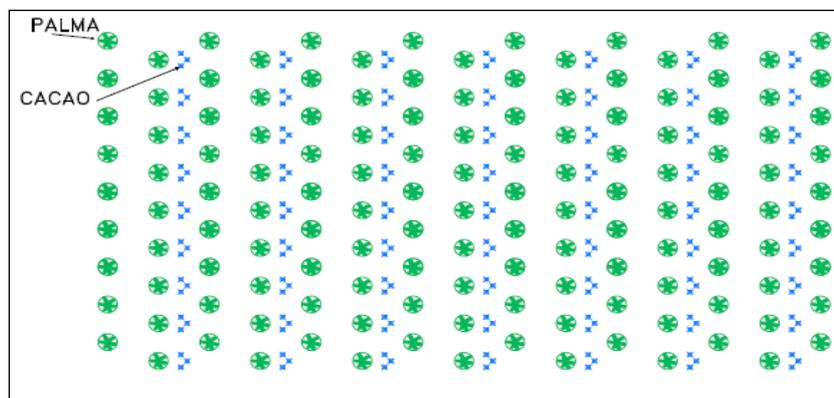


Figura 2. Distribución de palma y cacao en campo.

Para el caso de la parcela de investigación se aplicó 5 tratamientos detallados en la Cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos evaluados en el experimento de entrada de luz en cacao.

| LOTE 20 BONANZA | |
|-----------------|--|
| Tratamientos | Características |
| T1 | poda cada 6 meses+ poda de raíces |
| T2 | poda y despunte cada 6 meses +poda de raíces |
| T3 | poda-cosecha+ poda de raíces |
| T4 | poda-cosecha y despunte cada seis meses+ poda de raíces |
| T5 | Testigo poda cada 8 meses, sin poda de raíces (manejo tradicional) |

Se resalta que el cacao se sembró bajo palma de 8 años de edad y antes de sembrar el cacao se podó las raíces de la palma que estaban orientadas hacia las calles donde se sembró posteriormente el cacao esto se hizo en todos los tratamientos a excepción del tratamientos 5 (testigo)

En los tratamientos 2 y 4 se hizo despunte del 30% de la hoja, en las hojas de la palma que están inclinadas sobre el surco de cacao

Marcación de parcelas. Se realizó el reconocimiento del terreno para proceder a delimitar la zona de estudio donde se marcaron las parcelas adaptadas a un diseño experimental de bloques completamente al azar de 5 tratamientos con 4 repeticiones (Ronal *et al.*, 2013)

Además se marcaron parcelas donde se proyecta investigar ensayos de fertilización de cacao, parcelas comerciales de cacao.

Injertación de cacao. Se injertaron los patrones establecidos en campo teniendo en cuenta los diferentes materiales que se deseaban producir (CCN 51- FEAR 5- FSA 13-TSH 565-FLE 3-FEC 2-FSV 41-ICS60-TAME 2) inicialmente se injertaron en diciembre, posteriormente se realizó evaluaciones de porcentajes de prendimiento para volver a injertar los patrones que no tuvieron éxito en el proceso.

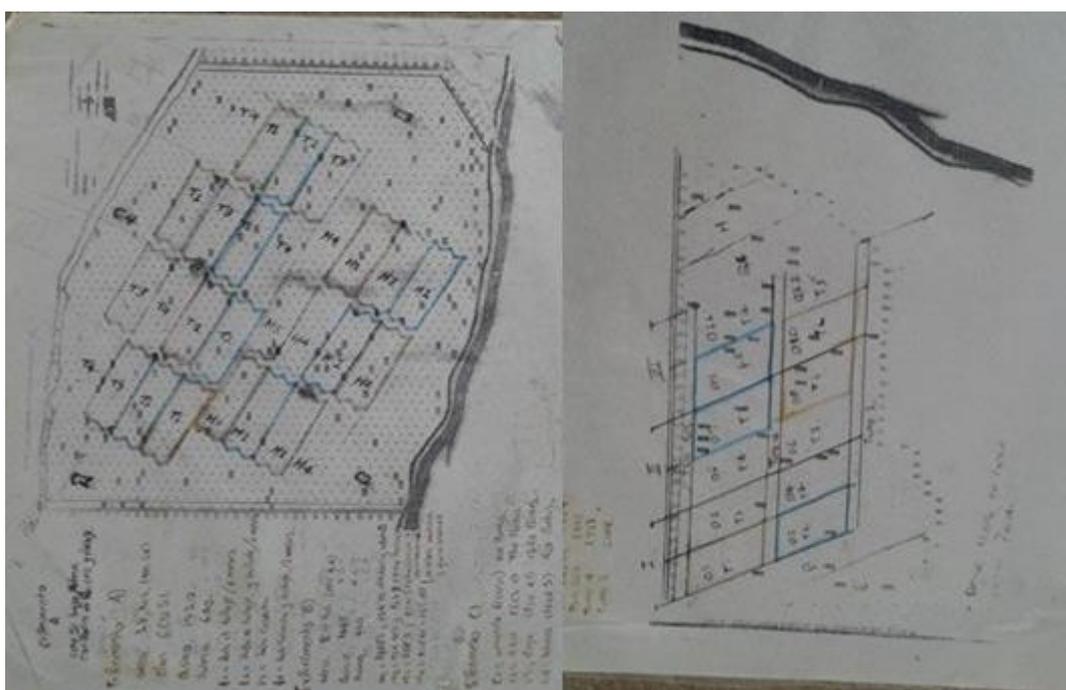


Figura 3. División del lote por materiales de Injertación y tipos de ensayos dentro del sistema agroforestal, área 19.3 has, lote 20, plantación Bonanza

Podas semestrales y cada 8 meses. Se realizaron podas semestrales en palma para el caso del ensayo A (Experimento de entrada de luz sobre el

cacao), excepto en el testigo. A diferencia del resto del lote donde la poda se realizó cada 8 meses con el fin de facilitar las labores de cosecha (Ian, 2002).

Despunte semestrales. Se hizo despunte semestrales sobre la hoja de la palma en el ensayo A, de entrada de luz en los tratamientos 2 y 4, el despunte consistió en cortar la hoja a la mitad, llamado un despunte fuerte del 50% de la hoja, este despunte se realizó sobre las hojas de palma que están inclinadas sobre el surco de cacao.

Poda cosecha en palma de aceite. En la palma se hace cosecha cada 10 a 15 días y es importante cuando se corta el racimo eliminar las dos hojas que lo sostienen a esto se llama poda cosecha, en esta labor se hace necesario tomar registro de la cosecha y proyectar su producción (Ayala *et al.*, 2000)

Manejos agronómicos del agroecosistema. En este paso se consolidaron las labores culturales como control de malezas, fertilizaciones, podas necesarias sobre el cultivo de cacao Durante el desarrollo del cultivo realizar revisiones de plagas y según la severidad de los ataques, se tomó medidas de control, las revisiones se hicieron cada 15 días (ICA 2012).

Variables de investigación.

- **Medición de índice de verdor diferencial normalizado.** Se realizó las mediciones de NDVI tomando 15 plantas por tratamiento, las mediciones se tomaron cada hora de 6:00 am a 5:00 pm con el dispositivo Green-Seeker Handheld Crop Sensor de Trimble, a 80 centímetros de distancia sobre el árbol, este índice es fue útil para relacionarlo con el desarrollo y vigor del cultivo (Verhulst *et al.*,2010).
- **Medición de radiación fotosintéticamente activa.** En la parcela A se llevó a cabo un ensayo de la incidencia de luz del cacao sembrado bajo sombra de la palma, donde se tomaron medidas de radiación fotosintéticamente activa, desde las 6: AM hasta las 5:00 PM en los 5 tratamientos, la radiación se midió con ceptometro AccuPAR LP 80, se

tomaron 2 lecturas por hora afuera del sistema libre de sombras de las hojas de palma, y se tomaron 20 lecturas por hora sobre y bajo el dosel del cacao para conocer la radiación externa y la radiación incidente sobre el cultivo de cacao.

- **Medición de brotación del cacao.** Se midió el crecimiento de la planta mediante la clasificación de 3 estados, 1: dormante, 2: brotación, 3: elongación, para conocer cuánto tiempo pasa entre el cambio de un estado a otro y cuánto tiempo tarda la planta en volver a su estado inicial las medidas se tomaron cada 15 días a partir del segundo semestre del 2016.
- **Medición de diámetros del cacao.** Se midió el grosor del diámetro del tallo a 30 cm del suelo y el grosor del brote principal del injerto a 10 cm del tallo, para esta medida se tomaron 12 plantas por tratamiento y se realizó cada 6 meses.

RESULTADOS

Marcación de parcelas. Se realizó la marcación de parcelas de acuerdo a los diferentes ensayos de investigación que la empresa quiere realizar para ellos se comenzó con el experimento A: de entrada de luz, luego el B: experimentos de polinización, C: parcelas comerciales, D: ensayos de fertilización.

La marcación de las plantas se hizo con láminas plásticas de 10cm de ancho por 14 cm de largo, se usó pintura de aceite para garantizar la durabilidad de las marcas, para el caso de la parcela A donde se inició el ensayo, se marcó las unidades experimentales.

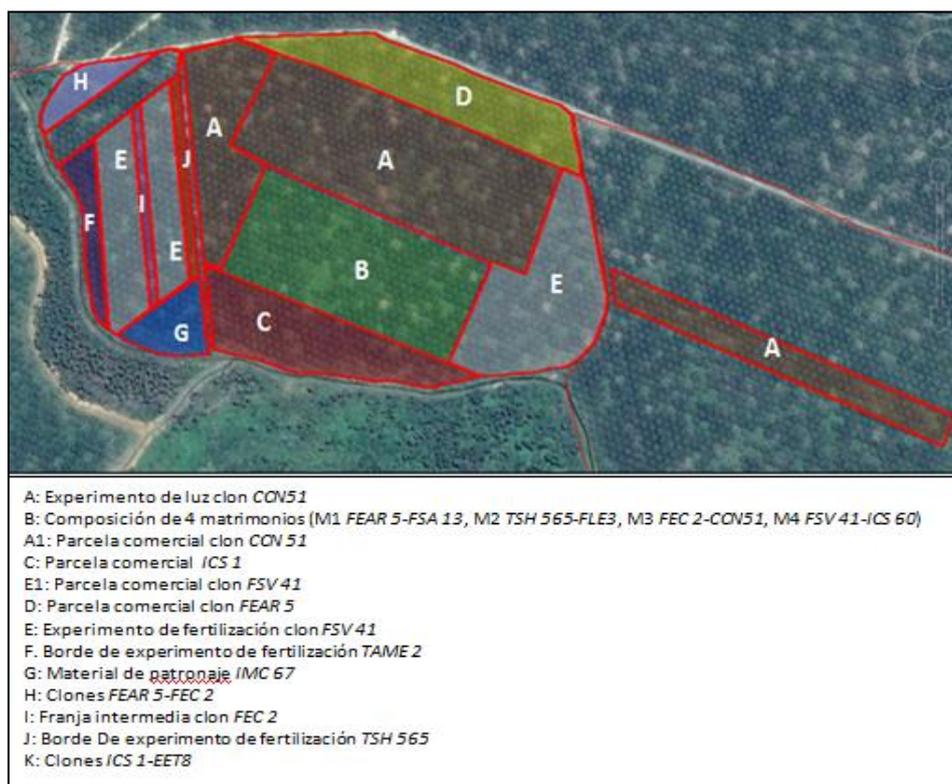


Figura 4. Plantación, Bonanza, dividido por materiales de siembra y parcelas de investigación

Injertación en cacao. Existieron tres fases de Injertación la primera fue en diciembre del 2015, donde se injertó 5400 plantas y quedaron 1400 pendientes por injertar, obteniendo un porcentaje de prendimiento del 87%. Se reinjertó en abril el 13% que no prendió más 1400 plantas pendientes para un total de 2100 plantas y se obtuvo un porcentaje de prendimiento del 67%. Se reinjertó nuevamente en octubre obteniendo un porcentaje de prendimiento del 93%.

Cuadro 5. Porcentajes de prendimiento en Injertación de cacao.

| Mes | Injertación en cacao 2015-2016 | | | |
|-----------|--------------------------------|--------------------|---------------|----------------|
| | Fases | Plantas injertadas | No prendieron | No prendieron% |
| Diciembre | Injertación | 5400 | 700 | 13% |
| Abril | 1 Reinjertación | 2100 | 700 | 33% |
| Octubre | 2 Reinjertación | 700 | 50 | 7% |

Cuadro 6. Porcentajes de prendimiento de injerto en cacao con materiales de alto rendimiento en Arauca (primera Injertación) (Vargas, 2014)

| Material | 2 injertos % | 1 Injerto % | 0 injertos % |
|----------|--------------|-------------|--------------|
| FEAR-05 | 37,78 | 42,22 | 20,00 |
| FTA-2 | 42,22 | 42,78 | 15,00 |
| ICS-01 | 48,33 | 39,44 | 12,22 |
| FSA-11 | 45,00 | 23,89 | 31,11 |
| FSA-13 | 41,11 | 42,22 | 16,67 |

Cuadro 7. Porcentajes de prendimiento en cacao con 4 clones diferentes sobre diferentes patrones en distrito de rio negro, Satipo, Perú (Gamboa, 2015)

| Tratamientos | Porcentaje de prendimiento |
|-------------------|----------------------------|
| VRAE-99 / IMC-67 | 80 |
| VRAE-15 / IMC-67 | 80 |
| TSH-565 / IMC-67 | 80 |
| CCN-51 / IMC-67 | 85 |
| VRAE-99 / VRAE-99 | 75 |
| VRAE-15 / VRAE-99 | 80 |
| TSH-565 / VRAE-99 | 75 |
| CCN-51 / VRAE-99 | 80 |
| VRAE-99 / TSH-565 | 90 |
| VRAE-15 / TSH-565 | 85 |
| TSH-565 / TSH-565 | 85 |
| CCN-51 / TSH-565 | 90 |
| VRAE-99 / UF-221 | 100 |
| VRAE-15 / UF-221 | 100 |
| TSH-565 / UF-221 | 90 |
| CCN-51 / UF-221 | 95 |

Para el caso de Arauca en Injertación de clones con alto rendimientos se obtuvo un promedio general de prendimiento de 80.2% a diferencia del caso de rio negro en Perú que se obtuvo u promedio de 85.62 y en PALMERAS LA CAROLINA se obtuvo 87% siendo una Injertación de alto porcentaje de prendimiento.



Figura 5. Varetas o varas yemas almacenadas en papel periódico húmedo para conservar su viabilidad en la Injertación.



Figura 8. Injerto de clon CCN 51 realizado en abril del 2016.

Una vez realizado el injerto entre 15 y 25 días permanecieron con el plástico para que no penetre la humedad externa, para ello el amarre del plástico se hace de abajo hacia arriba (FEDECACAO, 2012)



Figura 9. Injertos de cacao atacados por hongos.

El ataque de hongos ocurrió en la segunda Injertación afectando al 13% de las plantas injertadas, esto ocurrió porque el plástico no quedó suficientemente cerrado y las lluvias favorecen el crecimiento de hongos en el injerto.



Figura 10. Corte de patrón a ras del injerto.

Se hizo el corte del patrón a ras del injerto el árbol de cacao con el fin de que cicatrice con mayor facilidad (FEDECACAO 2012), es importante si se cuenta con un cicatrizante aplicar en este corte como prevención (pintura impermeabilizante VARETA).



Figura 11. Injertos de cacao totalmente prendidos después de 40 días.

Después de 40 días de haber quitado el plástico el injerto se encuentra lo suficientemente fuerte para proceder a cortar el patrón, es importante hacer el corte a ras del injerto para evitar enfermedades, y facilitar la cicatrización.



Figura 12. Producto usado para cicatrizar los cortes en cacao en PALMERAS LA CAROLINA S.A.

Podas semestrales y cada 8 meses. Todo el lote 20 de la plantación Bonanza se lo manejó con la poda semestral, se realizaron tres podas, la primera en enero del 2016, la segunda en julio del 2016 y la tercera en enero del 2017 donde se eliminaron entre 3 y 5 hojas por planta. El rendimiento de la poda tiene un promedio entre 90 y 100 palmas por día, cuando la palma se la poda cada 6 meses



Figura 13. Poda de mantenimiento en palma de aceite.

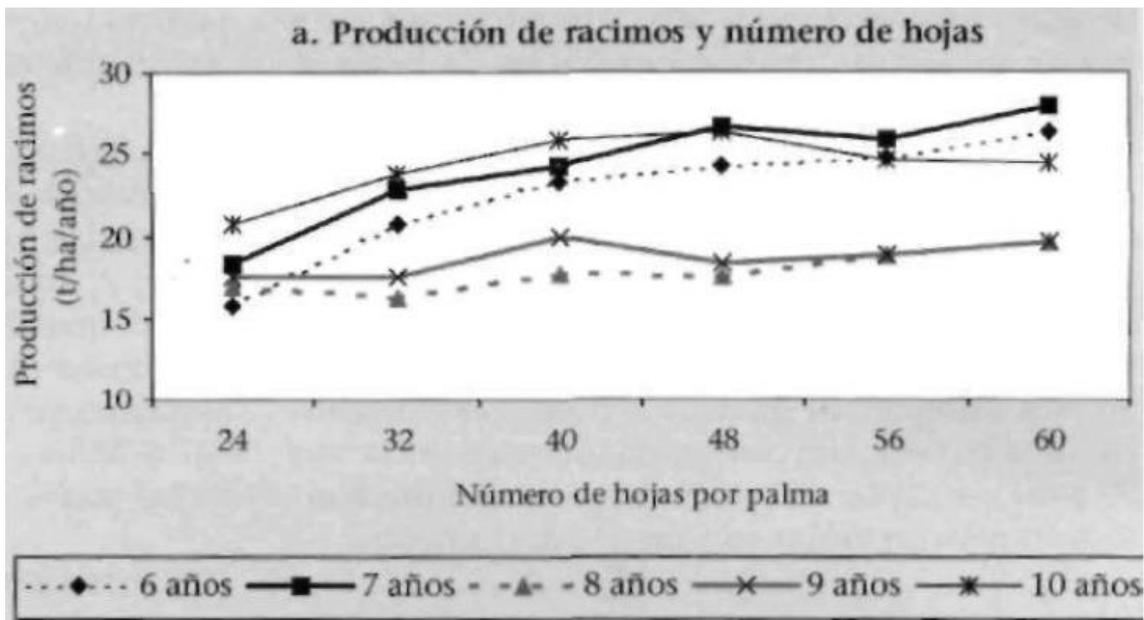


Figura 14. Respuesta de la producción en palma de acuerdo al número de hojas dejado en la poda en diferentes años.(datos sin publicar) citados por (Corley y Hew) 1976 a su vez citados por (Henson 2002)

Según lo citado por Henson (2002), asesor CENIPALMA se obtuvo unos resultados de palma de 8 años con 40 hojas por palma y su producción fue de 17 toneladas por hectárea aproximadamente, en el estudio hecho en PALMERAS LA CAROLINA, las podas semestrales que se hacen, se realizan con la precaución de dejar un promedio de 40 hojas por palma lo que indica que los ciclos cortos de poda no generan un efecto negativo sobre el área foliar de la palma, y además se obtuvo una producción proyectada para el 2017 de 19.3 toneladas por hectárea en palma de 8 años.

Despunte semestrales. Se realizó despunte semestrales en todo el lote 20, excepto en las parcelas testigo y en los tratamientos 1 y 3, se realizaron 3 despunte; el primero se lo hizo en enero del 2016 después de la poda, el segundo en julio del 2016 después de la poda y el tercero en enero del 2017 después de la poda, con un rendimiento promedio de 100 y 120 palmas por día



Figura 15. Parcelas tratadas con despunte de la hoja de palma.



Figura 16. Parcelas tratadas sin despunte.

Los despuntes semestrales generan su efecto en el área foliar de la palma, es necesario aclarar que la relación área foliar vs producción esta relacionadas (Henson 2002).

El área foliar en la palma debe estar en un rango de 5.5 promedio, debido a los despuntes de la hoja al 50% hechos sobre un lado de la planta pueden reducir el área foliar a 4.6 teniendo en cuenta que se despunta un promedio de 5 hojas

por palma; sin embargo, la producción se mantiene alta después de un año de estar aplicando estos despuntes (CENIPALMA 2014).

Poda-cosecha. En PALMERAS LA CAROLINA S.A. se realizó la poda cosecha en todo el lote 20, excepto en los tratamientos 1 y 2 del ensayo A la poa cosecha consistió en eliminar hojas bajas, lo cual se hace al momento de la cosecha de los racimos, cortando especialmente la hoja que los sostiene o las hojas adyacentes a éstos. Esto conlleva a que el corte de los racimos sea mucho más fácil y ayude a la localización de los que se encuentran maduros. Al eliminar las hojas bajas también se reduce la pérdida de los frutos sueltos, los cuales son retenidos en las axilas de las hojas, el crecimiento de plantas epífitas y puede limitar, además, la diseminación de algunas enfermedades. En palma de aceite joven permite el acceso a la base del estípote para la realización de las prácticas de cultivos, como el control de malezas y la aplicación de fertilizantes, como lo reporta (Henson, 2002).



Figura 17. Peso de cosecha de racimos de fruta fresca.

Se llevó registro de las cosechas realizadas en el ensayo A donde se manejan tratamientos de diferentes entradas de luz, estos registros sirven como soporte para conocer la producción total del lote 20 de la plantación bonanza (cuadro 8)

Cuadro 8. Variables productivas en palma de aceite.

| n | Media # rac/ palma | Palmas/Ha | # RAC/HA | Peso promedio (Kg) | Ton/ha | KG/PALMA |
|-----|-----------------------|-----------|----------|-----------------------|--------|----------|
| 160 | 7,31 | 143 | 1044,79 | 18,53 | 19,35 | 135,00 |

MANEJOS AGRONOMICOS EN EL AGROECOSISTEMA

Plagas presentes en el cacao durante el primer año. Se realizaron evaluaciones de ataques de plaga y se encontró un coleóptero afectando el tallo y entrenudos de las ramas principales llamado *Steirastoma breve* del reino animalia, clase insecta, orden coleóptera, familia cerambycidae, genero steirastoma, especie *steirastoma breve*.



Figura 18. *Steirastoma breve* afectando planta de cacao en campo



Figura 19. Síntomas presentados por la planta después de sufrir los ataques de *Steirastoma breve*.

Durante el 2016, se presentaron 5 ataques del *Steirastoma breve* en abril afectando el 8% de árboles de cacao, junio del 7% de árboles de cacao, julio el 5% de árboles de cacao, septiembre el 3.2% de árboles de cacao y diciembre el 3 % de árboles de cacao; para todos los ataques presentados, se hizo control inmediato manual y químico en el mismo mes del ataque excepto para el ataque de diciembre donde no se aplicó ningún control químico únicamente manual, extrayendo un promedio de 2 a 3 larvas por planta (Murillo et, al) reporta en su estudio de comportamiento de híbridos de cacao al ataque de *Steirastoma breve* que los híbridos más afectados oscilaron entre 15 y 29%

Control químico. Se realizaron 4 controles químicos usando Eltra 48 EC insecticida agrícola concentrado emulsionable, ingrediente activo carbosulfan usando 100 cm³ por bomba aplicando 100 plantas por bomba, es decir 1cm³ por planta; García et al., (1984) reporta que los controles se hacen con insecticidas fuertes para su caso usaron insecticidas a base de endosulfan.

También se presentaron defoliaciones por una larva de lepidóptero *Feltia Subterranea*, larva de coleóptero *Agrotis* spp., por hormigas *Acromyrmex* spp, pero no fueron tan severos como los daños causados por *Steirastoma breve*. Los controles químicos hechos con Eltra también sirvieron para disminuir el ataque de defoliadores.



Figura 20. Ataque de larvas a las hojas jóvenes de cacao,

| Gusanos Cortadores o Rosquillas | |
|---------------------------------|---|
| Clasificación Científica | |
| Nombre científico | <i>Feltia subterránea y Agrotis repleta</i> |
| Reino: | Animalia |
| Clase: | Lignosellus |
| Orden: | Lepidoptera |
| Familia: | Noctuidae. |

| |
|--|
| Orden: <i>Coleoptera</i> |
| Familia: <i>Elateridae</i> |
| Nombre científico: <i>Agriotes spp.; A. lineatus y A. sputator, Elater sp., Lacon murinus</i> |
| Nombre común: gusano del alambre |

Figura 21. Nombre familia y orden de algunas larvas que atacan al cacao

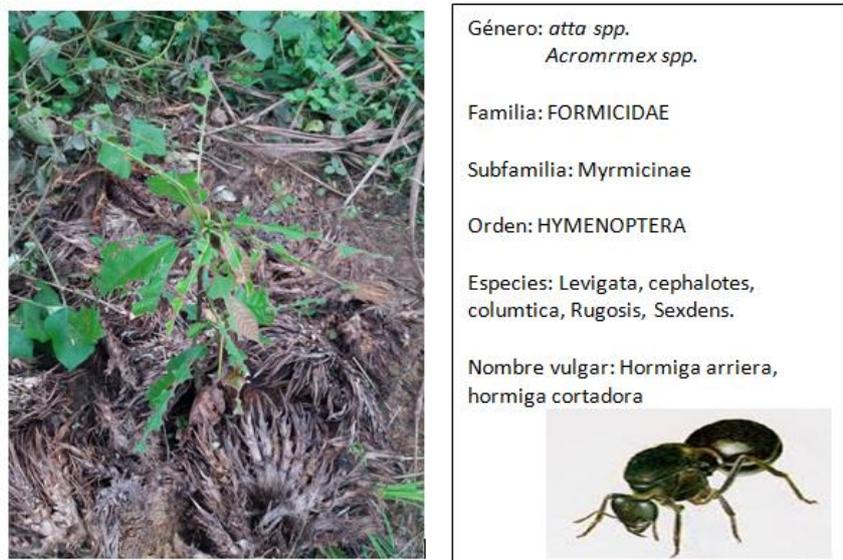


Figura 22. Ataque de hormigas sobre una planta de cacao

Para controlar la hormiga se usó un producto de nombre comercial ATTAKILL, cuyo ingrediente activo es la sulfluramida, su aplicación se hizo sobre la huella o camino que tienen las hormigas y por último se aplicó donde ellas viven, estos controles fueron cada 15 días.

Control de arvenses. Para el control de arvenses se hizo dos labores, la primera fue plateo manual con machete y la segunda fue mantenimiento con guadaña, el plateo manual se realizó 4 veces en el año, en abril, julio,

septiembre y noviembre, el mantenimiento con guadaña también se hizo 4 veces en el año, en mayo, agosto, septiembre y noviembre.



Figura 23. Mantenimiento hecho con guadaña en dos parcelas diferentes

El mantenimiento con guadaña se hizo a todo el lote excepto al área basal de la planta, para este mantenimiento se ocuparon entre 6 y 7 jornales de guadaña en 19.3 has. Como se hizo 4 veces el costo en el año fue de 24-27 jornales para un costo de \$ 1620000.

El plateo para 6800 plantas implicó 20 jornales, al final del año el gasto fue de 80 jornales que equivalen a \$ 3520000.

Aplicación de abono. Se hicieron 4 aplicaciones durante el año, la primera fue en abril con NUTRITEC ENMIENDA y mezcla productos orgánicos, se aplicó 400 gramos por planta, cada bulto de 50 kilos tiene 3% fósforo, 22% calcio, 11% magnesio, 5% azufre y 8.5 de silicio. Y la mezcla que tiene 16N 5P y 34K, de la cual, se aplicó 150 gr por planta.

La segunda aplicación fue con el mismo producto orgánico, se hizo en agosto, aplicándose 2000 gramos por planta, la tercera aplicación se hizo con boro en dosis de 10-20 gr por planta en el mes de septiembre, la cuarta y última aplicación se hizo con urea y KCL, se aplicó 60 gr de urea por planta y 60 gramos de KCL por planta

La cantidad de abono por planta aplicados en el 2016 se resume en la siguiente tabla.

Cuadro 9. Cantidad de abono aplicado en el cacao en el 2016.

| Producto | Cantidad gr/p | Jornales | valor Jornal | Costo | Abono Kg/ha | Plantas/ha |
|-----------|---------------|----------|--------------|---------|-------------|------------|
| Calcio | 528 | 6 | 44000 | 264000 | 194,83 | 369 |
| Magnesio | 264 | 6 | 44000 | 264000 | 97,42 | 369 |
| Fosforo | 27 | 6 | 44000 | 264000 | 9,96 | 369 |
| Silicio | 288 | 6 | 44000 | 264000 | 106,27 | 369 |
| Potasio | 87 | 2,5 | 44000 | 110000 | 32,1 | 369 |
| Nitrógeno | 51,6 | 2,5 | 44000 | 110000 | 19,04 | 369 |
| Boro | 10 | 6 | 44000 | 264000 | 3,69 | 369 |
| total | | | | 1540000 | | |

Cuadro 10. Cantidad de fertilizante a aplicar según la producción (Borrero, 2009).

| Por 1000 Kg de cacao seco se extrae del suelo | |
|--|-----------|
| Elemento | Kg |
| Nitrógeno | 44 |
| Fosfato | 10 |
| Potasio | 77 |

Relacionando la cantidad de abono especificada por Borrero (2009), para producir 1000 kg y la cantidad aplicada en PALMERAS LA CAROLINA S.A. son acordes a los requerimientos ya que se aplicaron 19 kg de nitrógeno, 32 kg de potasio y 9 kg de fòsforo en 369 plantas que ocupan una hectárea, en PALMERAS LA CAROLINA se puede producir 1000 kg de cacao seco

aproximadamente en 3 has ya que la densidad de siembra es 3 veces menor por el espacio que ocupa el cultivo de la palma.

Nacional de chocolates (2012), reporta que La distancia de siembra recomendada es de tres por tres Metros en cuadro o triángulo, para una densidad aproximada de 1100 a 1280 plantas por hectárea. En zonas bajas de tierras fértiles se recomienda ampliar la distancia hasta 3,3 por 3,3m para una densidad de 1.000 plantas por hectárea.

Bajo un manejo técnico apropiado el cacao produce al menos 1.500 kg de grano seco por hectárea al año, iniciando producción al tercer año con 300 kg, un incremento gradual hasta llegar al pico de producción (1.500 kg) al sexto año y una producción constante por 25 años aproximadamente. La cosecha se realiza paulatinamente durante todo el año, con dos picos de producción entre abril-junio y octubre-enero en zonas con régimen de lluvia bimodal, en régimen unimodal la cosecha va de mayo a diciembre (Nacional de Chocolates S.A.S. 2012)



Figura 24. Elaboración de la tara de aplicación y aplicación en campo.

Incorporación de materia orgánica. Para la incorporación de materia orgánica se tomó como materia prima los desechos del fruto de palma de la planta extractora, llamado raquis o vulgarmente tusa, se aplicó entre 10 y 12 raquis por planta de cacao, esto resultó útil para retener y dosificar las

aplicaciones de abono en polvo y granulado, se aplicó raquis desde agosto hasta noviembre, con un gasto de 72 jornales para un valor de \$ 3492000.



Figura 25. Transporte y aplicación de raquis de palma sobre el cacao.

Poda de formación. Se hizo un control sobre las ramas que crecen entre la copa del árbol y afectan la arquitectura del árbol, este control se hizo en junio del 2016, posteriormente se hizo una poda de formación en febrero del 2017, se catalogó como una poda severa, en donde se eliminó plumillas, hojas del tercio medio del árbol, chupones del tercio inferior, esta poda garantiza que la planta tenga un desarrollo y crecimiento adecuado con sus ramas bien distribuidas dejando un solo tallo por horqueta, la cual puede contener entre 3 y 5 ramas secundarias. La mayor producción en las plantas de cacao se da en el tronco y las ramas principales; por esta razón, es importante una buena formación del árbol (FEDECACAO, 2012).

La poda de formación tiene un costo de 400 por árbol generando un costo total de \$ 2720000

Cuadro 11. Resumen de costos del sistema Palma-cacao desde su establecimiento en campo hasta la poda de formación.

| <i>Costo de labores culturales de cacao y palma</i> | | | | | | |
|---|-----------------|---------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|
| <i>Labores</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Valor unidad</i> | <i>valor total</i> | <i>Frecuencia anual</i> | <i>Valor de la cooperativa</i> | <i>Valor total</i> |
| <i>Injertos cacao</i> | 6800 | 300 | 2040000 | 1 | 1,47 | 2.998.800 |
| <i>Corte de Patron</i> | 6800 | 15 | 102000 | 1 | 1,47 | 149.940 |
| <i>Poda de Palma</i> | 2700 | 430 | 1161000 | 2 | 1,47 | 3.413.340 |
| <i>Despunte de Palma</i> | 2700 | 400 | 1080000 | 2 | 1,47 | 3.175.200 |
| <i>Revision plagas</i> | 6800 | 14,5 | 98600 | 15 | 1,47 | 2.174.130 |
| <i>Control plagas</i> | 6800 | 44,11 | 299948 | 5 | 1,47 | 2.204.618 |
| <i>Mantenimiento guadaña</i> | 19,3 | 23000 | 443900 | 4 | 1,47 | 2.610.132 |
| <i>Plateo manual</i> | 6800 | 110 | 748000 | 4 | 1,47 | 4.398.240 |
| <i>Fertilizacion</i> | 6800 | 84 | 571200 | 2 | 1,47 | 1.679.328 |
| <i>Aplicación materia organica</i> | 6800 | 349 | 2373200 | 1 | 1,47 | 3.488.604 |
| <i>Poda de formacion, cacao</i> | 6800 | 400 | 2720000 | 1 | 1 | 2.720.000 |
| Total | | | | | | 29.012.332 |



Figura 26. Árboles con poda de formación, sin hojas ni chupones en el tercio medio e inferior del árbol.

Primeros frutos. Se hizo recolección de los primeros frutos de cacao y entre ellos se obtuvo mazorcas de CCN 51, FSV 41, FEC 2, TSH 565, FSA 13, en total se recolectaron 60 mazorcas de las cuales el 5% resultaron afectadas con Phytophthora.



Figura 27. Mazorcas de cacao diferenciadas por materiales.

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN. La empresa Palmeras la Carolina S.A. se reserva el derecho de exponer los datos de investigación para esta parte del informe.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Los niveles de prendimiento de Injertación están muy relacionados con el tipo de patrón que se usa y el tipo de clon para injertar ya que hay clones que prenden con mayor facilidad, en esta investigación se manejaron materiales de Injertación que tienen buen porcentaje de prendimiento como: CCN 51, FSV 41, FSA 13, TSH 565, FEC 2.

Las podas y despuntes de la palma hechos en el sistema palma cacao generan gran cantidad de biomasa y es importante darle el manejo adecuado como picar la hoja de la palma que se poda o despunta y distribuirla por la calles de cacao con el fin de que se incorpore como materia orgánica al cultivo y disminuya el crecimiento de arvenses. Para los despuntes se recomienda la adecuación de una tijera para hacerlo con mayor rendimiento.

Es importante evitar al máximo el uso de productos de síntesis química para controlar plagas, ya que se acaba con la entomofauna en general y algunos insectos son benéficos para el cacao como la mosca polinizadora de las flores de cacao *forcipomyia sp.* Se aplicó controles manuales pero cuando la plaga fue muy agresiva se recurrió al producto químico.

Los cortes que se realizan en las podas de cacao deben ser a ras con la rama, ya que cuando no se corta de esta manera, el árbol tarda en cicatrizar y la herida es una puerta abierta para las enfermedades.

BIBLIOGRAFIA

AGROCALIDAD 2016. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas para cacao p. 24-25

ALVARES, F. ROJAS, J. SUARES, J.C 2012. Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. En: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v13n2/v13n2a04.pdf>; consulta: enero 2017.

AYALA IVAN MAURICIO, GOMEZ PEDRO LEON. 2000. Identificación de variables morfológicas y fisiológicas asociadas con el rendimiento en materiales de palma de aceite 8 p,

BAKER NR, HARDWICK K 1976. Desarrollo de aparatos fotosintéticos en hojas de cacao. Photosynthetica 10: 361 - 366.

BORRERO CESAR AUGUSTO 2009. Fertilización del cultivo de cacao en sitio definitivo p2

CATIE-GTZ, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza-Cooperación Técnica Alemana 1991. Seminario regional, sombras y cultivos asociados con cacao. En: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A6714e/A6714e.pdf>; Consulta: Febrero 2017.

DUBOSIS, J. 1978. Plantas de interés confirmado o potencial para sistemas integrados agrícolas o agroforestales para los trópicos húmedos americanos IICA selem, trópicos para Brazil. 28 p.

ENCISO, B.E. y C. GÓMEZ. 2004. Comparación de las respuestas de cuatro cultivares de mora (Rubus sp.) a las variaciones del factor luz. Agronomía Colombiana 22(1): 46-52.

EOT. Esquema de Ordenamiento Territorial, 2014 San Carlos de Guaroa, Meta. En: http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/S/san_carlos_-_antioquia_-_eot_-_1999/san_carlos_-_antioquia_-_eot_-_1999.asp; consulta: febrero 2016

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. 2011. Revista internacional de silvicultura e industrias forestales, p. 42.

FAO, Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2016. Cacao, operaciones pos cosecha. En: <http://www.fao.org/3/a-au995s.pdf>; consulta: enero 2017.

FEDEPALMA. Federación nacional de cultivadores de palma de aceite. 2013. En:http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Panoramaagroindustriapalmeraretosyopportunidades_opt.pdf; consulta: abril, 2017.

GUTIERREZ, A.G. SOTO, B. 1976. Árboles usados como sombra en café y cacao, revista cafetalera, M. 18: 27-32.

GREATHOUSE DC, LAETSCH WM, PHINNEY 1971. El ritmo de *crecimiento* de un árbol tropical, *Theobroma cacao* . A.m. J. Bot. 58: 281 - 286.

GROSSI GALLEGOS HUGO. 2005. distribución espacial de la radiación fotosintéticamente activa en argentina p. 1-2.

IAN E. HENSON, 2002. la poda en palma de aceite y relación entre área foliar y el rendimiento 5 p

IICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2006. Cultivo de la palma africana, guía técnica. En: <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>; consulta: enero 2017.

JAMES, W.C. 1974. Assessment of plant diseases and losses. Annual Review of Phytopathology 12:27-48.

KOLUKISA OGLU, Ü. AND K. THUROW. 2010. Future and frontiers of automated screening in plant sciences. Plant Science 178(6): 476-484.

MADVT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; FEDEPALMA, Federación Nacional de Palmeros 2011. Guía ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. En:

<http://www.ambientalex.info/guias/Guiambagrpalaceco.pdf>; consulta: febrero 2017.

MARTINEZ P. 2013. Seminario la agroindustria de la palma del aceite “ un negocio sostenible e inclusivo”, panorama de la agroindustria palmera, retos y oportunidades 11 p.

MARTINEZ, C.; ESPINAL, G.; ORTIZ, H. 2005. La cadena del cacao en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica. 5 p.

MENDIETA, L.; ROCHA, L. 2007. Sistemas agroforestales. 6 p.

PAREDES, A. 1978. Aspectos logísticos, primer seminario regional sobre sombras y cultivos asociados con cacao, centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), Turrealba, C.R. En: https://books.google.com.co/books?id=cR8OQAAlAAJ&pg=PA81&lpg=PA81&dq=asocio+de+palma+con+cacao&source=bl&ots=jaTIOFjwCP&sig=ZnnzXrCwt1FSsCqfd62eZ9A_u-0&hl=es [419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=asocio%20de%20palma%20con%20cacao&f=false](https://books.google.com.co/books?id=cR8OQAAlAAJ&pg=PA81&lpg=PA81&dq=asocio+de+palma+con+cacao&source=bl&ots=jaTIOFjwCP&sig=ZnnzXrCwt1FSsCqfd62eZ9A_u-0&hl=es); consulta: febrero 2017.

MEYER, G.E. AND D. DAVISON. 1987. An electronic image plant growth measurement system. Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) 30: 242-248

MAVDT, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo; FEDEPALMA, Federación de Palmicultores de Colombia 2011. Guia ambiental de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. 72 p

NACIONAL DE CHOCOLATES 2012 el cultivo de cacao, paquete tecnológico, fomento empresarial agrícola. P 6-7.

PAGOLA, M., R. ORTIZ, I. IRIGOYEN, H. BUSTINCE, E. BARRENECHEA, P. APARICIO-TEJO, C. LAMSFUS, AND B. LASA. 2009. New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis: Comparison with SPAD-502. Computers and Electronics in Agriculture 65(2): 213-218.

REYES, M. PAZ, F. CASIANO, M. PASCUAL F. MARIN, I. RUBIÑOS, E. 2011. Caracterización del efecto de estrés usando índices espectrales de la vegetación para la estimación de variables relacionadas con la biomasa de área. En: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000200007; consulta; febrero 2017.

ROJAS, F.; SACRISTAN, S. 2013. Guía ambiental para el cultivo de cacao, segunda edición. 43 p.

SOMARRIBA EDUARDO, JOHN BEER 2010. Productivity of Theobroma cacao agroforestry systems with timber or legume service shade trees 117-118.

TAKEBE, M. AND T. YONEYAMA. 1989. Measurement of leaf color scores and its implication to nitrogen nutrition of rice plants. Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ) 23(2): 86-93.

VERHULST, N., GOVAERTS, B. 2010. The normalized difference vegetation index

(NDVI) GreenSeeker™ handheld sensor: Toward the integrated evaluation of crop management. Part A: Concepts and case studies. Mexico, D.F.; CIMMYT.

